

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-297229

(43)Date of publication of application : 18.11.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 08-113412

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 08.05.1996

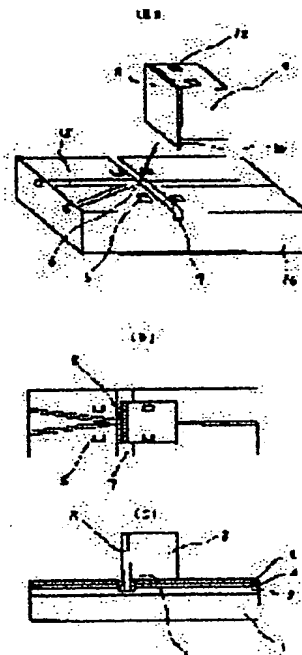
(72)Inventor : ISHIGAMI YOSHIAKI

(54) PRODUCTION OF FILTER TYPE WAVEGUIDE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately insert a filter at a predetermined position at a predetermined angle to the waveguide of a waveguide element by inserting the filter into the groove of the waveguide element so that the top end of the filter projecting from a block reaches the core layer of the waveguide of the waveguide element and then adhering the filter and the block to the waveguide element.

SOLUTION: A clad layer 2 and a core layer 3 are formed on a silicon substrate 1, and a waveguide 15 is formed on the core layer 3. A groove 7 is formed on the waveguide element 16, to which a filter is inserted to obtain a filter-type waveguide. In this production method, before the filter 8 is inserted into the groove 7 of the waveguide element 16, the filter 8 is adhered to a block 9 with the top end of the filter 8 projected. The projected top end 10 of the filter is inserted into the groove 7 formed on the waveguide element 16 so that the top end 10 reaches the core layer 3 of the waveguide 15 of the waveguide element 16. Then the filter 8 and the block 9 are adhered to the waveguide element 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 9 - 2 9 7 2 2 9

(43)公開日 平成9年(1997)11月18日

(51)Int. Cl.⁶

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/12

F

技術表示箇所



審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-113412

(22)出願日 平成8年(1996)5月8日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 石神 良明

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電

線株式会社オプトロシステム研究所内

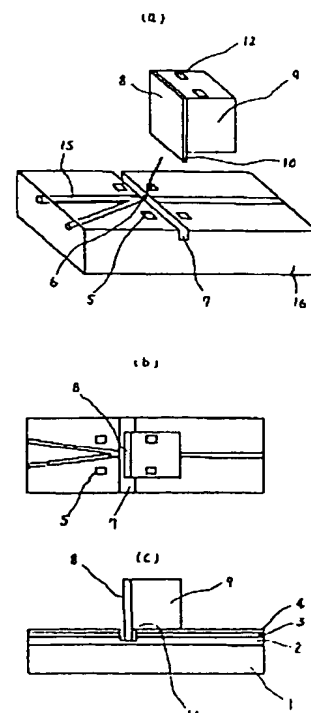
(74)代理人 弁理士 松本 孝

(54)【発明の名称】 フィルタ型導波路の製造方法

(57)【要約】

【課題】導波路素子に溝を加工し、この溝にフィルタを挿入して成るフィルタ型導波路に係わり、フィルタを短時間で、かつ正確に溝に挿入できるフィルタ型導波路の製造方法を提供することにある。

【解決手段】フィルタをその先端部がブロックから突出するようにブロックに接着し、突出したフィルタ先端部が導波路素子の導波路のコア層に到達するように、導波路素子上に加工した溝に挿入した後、フィルタ及びブロックを導波路素子に接着する製造方法と、ブロックと導波路素子にはマーカが設けてあり、このマーカを利用してフィルタが接着されたブロックを所定の正しい位置に移動する製造方法を用いたことにある。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】導波路素子上に加工した溝に、フィルタを挿入してフィルタ型導波路とするフィルタ型導波路の製造方法において、前記フィルタを前記導波路素子上の溝に挿入する前に、前記フィルタの先端部を突出してブロックに接着し、該突出したフィルタ先端部が前記導波路素子の導波路のコア層に到達するように、前記導波路素子上に加工した溝に挿入した後、前記フィルタ及び前記ブロックを前記導波路素子に接着することを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法。

【請求項 2】請求項 1 記載のフィルタ型導波路の製造方法において、前記ブロックの前記フィルタとの接合面と、前記ブロックの前記導波路素子との接合面の少なくとも 2 つの面が、特定の角度を成す多面体であることを特徴とするフィルタ型導波路素子の製造方法。

【請求項 3】請求項 1 記載のフィルタ型導波路の製造方法において、前記導波路素子上に加工した溝の溝幅は、該導波路素子の導波路の伝送特性が劣化しない程度に、前記フィルタの厚さよりも十分広く、かつ前記フィルタと前記溝の隙間には、前記導波路素子の導波路のコア層と同じ屈折率かそれに近い屈折率を持つ接着剤を充填して、前記フィルタを固定することを特徴とするフィルタ型導波路素子の製造方法。

【請求項 4】請求項 1 又は 2 記載のフィルタ型導波路の製造方法において、前記ブロックの材料が耐熱性材料の時、該ブロックと前記フィルタ及び前記導波路素子との接着固定には熱硬化型接着剤を用いることを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法。

【請求項 5】請求項 1 又は 2 記載のフィルタ型導波路の製造方法において、前記ブロックの材料が透明度の高い材料である時、該ブロックと前記フィルタ及び前記導波路素子との接着固定には紫外線硬化型接着剤を用いることを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法。

【請求項 6】請求項 1 から 5 記載のフィルタ型導波路の製造方法において、前記ブロックと前記導波路素子には複数のマーカが設けてあり、該マーカを用いて前記ブロックを所定の位置に移動し、前記フィルタを前記導波路素子上に加工した溝に挿入することを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は導波路、特に導波路素子上に溝を設けて、この溝にフィルタを装着したフィルタ型導波路の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光ファイバを用いた通信分野では、波長 $1.3\mu\text{m}$ と $1.55\mu\text{m}$ を用いた波長多重の双方向通信が主流となっている。その波長多重双方向伝送を行なうために、フィルタ型導波路は不可欠なデバイスである。

2

【0003】図 4 に、従来技術のフィルタ型導波路の製造方法を示す。シリコン基板 31 上にクラッド層 32 が堆積しており、その上にコア層 33 が堆積している。コア層 33 にはフォトリソグラフ技術とエッチング技術が施され、導波路 39 が形成される。形成された導波路 39 の上にはクラッド層 34 が堆積される。

【0004】この導波路素子 40 上に溝 35 を加工して、フィルタ 36 を挿入する。加工する溝 35 の寸法は、幅 $16\mu\text{m}$ 、深さ $200\mu\text{m}$ 、長さは導波路素子 40 の横幅と同じである。フィルタ 36 は厚さ $15\mu\text{m}$ で、溝 35 の両壁をガイドにして溝 35 に挿入される。フィルタ 36 と溝 35 の隙間には、コア層 33 と同じ屈折率を持つ接着剤を流し込み、接着固定している。接着剤は熱硬化型あるいは紫外線硬化型であり、接着剤の主成分はアクリル樹脂系、エポキシ樹脂系、シリコーン樹脂系等適宜選択して使用する。

【0005】フィルタ 36 の機能は、波長 $1.3\mu\text{m}$ の光 37 を透過し、波長 $1.55\mu\text{m}$ の光 38 を反射するというものである。この機能により、波長 $1.3\mu\text{m}$ と $1.55\mu\text{m}$ の光を分波して、波長多重伝送を可能にしている。フィルタ 36 の構造は通常、 SiO_2 と TiO_2 を交互に蒸着した多層膜構造である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】加工する溝 35 の幅は、フィルタ 36 の厚さとほぼ同じであるため、加工する溝 35 の精度によりフィルタの特性が大きく左右される。図 4 を用いて問題点を説明する。図 5 (a) には傾いた溝 41、図 5 (b) には所定の溝幅より広い溝 42 の例を示す。傾いた溝 41 の場合には挿入するフィルタも導波路の光軸に対して傾く。そのため、反射光である波長 $1.55\mu\text{m}$ は、導波路に対して角度を持って反射するため、挿入損失が大きくなるという問題がある。

【0007】所定の溝幅より広い溝 42 の場合には、同じ様に、フィルタが溝内で傾き、波長 $1.55\mu\text{m}$ での挿入損失が大きいう問題がある。以上の説明から分かるように、溝の位置及び形状を精度良く加工する必要があり、このため製作時間が長く、製作コストが高いという問題がある。また、図 5 (c) に示すように、挿入するフィルタが反ったフィルタ 43 であったり、フィルタの端面にバリ等の凸部があると、溝 35 に正しく挿入できず、場合によってはフィルタを破損するという問題がある。

【0008】従って、本発明の目的は、前記した従来技術の問題点を解決し、フィルタを所定の位置に、かつ導波路素子の導波路に対して所定の角度で正しく挿入できるフィルタ型導波路の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を実現するため、フィルタを溝に挿入する前に、フィルタをその先端部がブロックから突出するようにブロックに接

着し、突出したフィルタ先端部が導波路素子の導波路のコア層に到達するように、導波路素子上に加工した溝に挿入した後、フィルタ及びブロックを導波路素子に接することを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法を用いた。

【0010】更に、ブロックのフィルタとの接合面と、ブロックの導波路素子との接合面の少なくとも2つの面が、特定の角度を成す多面体であることを特徴とするフィルタ型導波路素子の製造方法や、導波路素子上に加工した溝の溝幅を、導波路の伝送特性が劣化しない程度にフィルタの厚さよりも十分広く、かつフィルタと溝の隙間には、導波路素子の導波路のコアと同じ屈折率がそれに近い屈折率を持つ接着剤を充填して、フィルタを固定することを特徴とするフィルタ型導波路素子の製造方法を用いた。

【0011】それに、ブロックの材料が耐熱性材料の時、ブロックとフィルタ及び導波路素子との固定には熱硬化型接着剤を用いること、ブロックの材料が透明度の高い材料である時、ブロックとフィルタ及び導波路素子との固定には紫外線硬化型接着剤を用いることを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法を用いた。

【0012】また、ブロックと導波路素子にはマーカが設けてあり、このマーカを利用してブロックを所定の正しい位置に移動し、フィルタを導波路素子上に加工した溝に正しく挿入することを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法を用いた。

【0013】

【発明の実施の形態】図1及び図2に本発明に係わる第一の実施例を示す。図1(c)に示すように、シリコン基板1上にクラッド層2が堆積しており、その上にコア層3が堆積している。コア層3にはフォトリソグラフ技術とエッチング技術が施され、導波路15が形成される。更にその上にクラッド層4が堆積している。ガラス膜を形成する方法は火炎堆積法を用い、コア層の屈折率を高める材料は GeO_2 を採用した。コアとクラッドの比屈折率差は約0.5%である。なお、コア層の屈折率を高める材料は GeO_2 の他、 TiO_2 でも良く、コアとクラッドの比屈折率差も0.5%にこだわらない。

【0014】導波路素子上の導波路は図1(a)、

(b)に示すように、Y分岐器を構成しており、導波路素子上の4つのマーカ5は、それらを結んで得られる長方形の中心がこのY分岐器の中心点6と一致するように配置され、シリコン基板上に描画されている。マーカ5はシリコン基板をフォトリソグラフ技術とエッチング技術を用いて、シリコン基板の表面を浅くけずったものでも良く、またシリコン基板上にペイントしたものでも良い。

【0015】導波路素子上の溝7は、溝7の中心線が導波路素子上のY分岐の中心点6を通り、かつ4つのマーカ5を結んで得られる長方形を2分割するように設けら

れている。溝7はダイヤモンドブレードを用いて、幅 $30\mu\text{m}$ 、深さ $50\mu\text{m}$ に削られている。深さ方向は導波路のコア層3に垂直である。溝幅は、導波路素子の導波路の伝送特性が劣化しない程度に、フィルタ8の厚み $15\mu\text{m}$ より十分広い。従って、フィルタ8が溝7の壁に接触することによるフィルタの破損を防ぐことができる。また溝全体の位置が多少ずれていても、フィルタ8の位置をこの広い溝内で調整することで問題を解決することができる。

【0016】フィルタ8は図2(d)に示すように、石英ブロック9に接着固定される。縦方向や横方向に湾曲したフィルタ13, 14でも図2(e), (f)に示すように、その反りを矯正するよう、石英ブロック9に接着固定している。接着固定した後、フィルタ8を溝7に挿入するが、この時フィルタ8が導波路のコア層3に到達するようフィルタ8は石英ブロック9の先端から $50\mu\text{m}$ 突出している。

【0017】石英ブロック9とフィルタ8との接合面と、石英ブロック9と導波路素子16との接合面の成す角度11は 90 ± 0.01 度である。従って、フィルタ8を溝7に挿入した際、導波路の光軸に対してフィルタ8の傾きは 90 ± 0.1 度であり、このフィルタ8の導波路の光軸に対する傾きによって発生する波長 $1.55\mu\text{m}$ での挿入損失は 0.1dB 以下となる。なお、光軸とは、光の進行する軸であるが、導波路は単一モードのみ伝送するよう設計してあるので、導波路と光軸はほぼ一致する。

【0018】フィルタ8と石英ブロック9の接着、及び石英ブロック9と導波路素子16との接着には紫外線硬化型接着剤を用いている。この紫外線硬化型接着剤の屈折率はコア層の屈折率と同じになるように管理してある。また、石英ブロック9の替わりに、透明度の高いアクリル樹脂を用いることもできる。この場合も、フィルタ8や導波路素子との接着には紫外線硬化型樹脂を用いることができる。

【0019】また、石英ブロック9の替わりに、耐熱性樹脂であるポリイミド樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリエーテルゲトン樹脂等を用いることができる。この場合は、フィルタ8や導波路素子16との接着には熱硬化型接着剤を用いることができる。更に、フィルタ上に耐熱性プラスチックを射出成形してブロックを形成することも可能である。この場合にも、フィルタの先端部は $50\mu\text{m}$ 突出するように形成する。

【0020】石英ブロック9に接着したフィルタ8を溝7に挿入する際、石英ブロック9上のマーカ12と導波路素子16上のマーカ5が所定の正しい位置関係になるように石英ブロック9を動かし、フィルタ8を溝7に挿入する。これによりフィルタ8は目標の位置に対して、 $\pm 1\mu\text{m}$ の精度で溝7に挿入することができる。このフィルタ8位置ずれによって発生する波長 $1.55\mu\text{m}$ で

の挿入損失は0.1dB以下である。

【0021】なお、石英ブロック9上のマーカ12の替わりに、フィルタ8自体を画像認識してフィルタ8と導波路素子16上のマーカ5が所定の正しい位置関係になるように、フィルタ8を溝7に挿入することもできる。

【0022】このようにして得られた光フィルタ型導波路は、-40度から85度の温度サイクルを、少なくとも100回履歴しても特性の劣化は見られなかった。また、室温が70度から80度で、かつ湿度が80から95%の高温高湿の雰囲気中に6週間放置しても特性の劣化は見られなかった。また、以上で述べた製造方法は、フィルタ型導波路以外にもフィルタを用いた他の種々のタイプの導波路に適用することができる。

【0023】図3に本発明に係わる第二の実施例を示す。多連導波路素子21には、例えば第一の実施例で示したY分岐が複数個製作されている。この多連導波路素子21を一つ一つの光回路に切り分ける前に、一括して溝24を加工する。そして、溝24とほぼ同じ長さのフィルタ22をブロック23に接着し、一括して溝24に挿入する。挿入後フィルタ22及びブロック23と多連導波路素子21を接着する。最後に一つ一つの光回路素子にフィルタ22及びブロック23、そして多連導波路素子21を切り分ける。この切り分けはダイヤモンドブレードを用いた。第二の実施例で示されている溝の加工方法やブロック23とフィルタ22の接着方法等は第一の実施例と同様であるため説明は省略する。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、フィルタを溝に挿入する前に、フィルタをその先端部がブロックから突出するようにブロックに接着し、突出したフィルタ先端部が導波路素子の導波路のコア層に到達するように、導波路素子上に加工した溝に挿入した後、フィルタ及びブロックを導波路素子に接着することを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法と、ブロックと導波路素子にはマーカが設けてあり、このマーカを利用してブロックを所定の正しい位置に移動し、フィルタを導波路素子上に加工した溝に挿入することを特徴とするフィルタ型導波路の製造方法を用いたことにより、短時間で確実にフィルタを所定の正しい位置に、かつ光軸に対して正しい角度で挿入できる。

【0025】更に、フィルタを溝に挿入する作業が容易となり、多連あるいは複数の導波路素子に一括してフィルタを挿入することが可能となる。従って、フィルタ型導波路のコスト低減も促進でき、工業上有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる第一の実施例を示す説明図であ

って、(a)は斜視図、(b)は上面図、(c)は側面図である。

【図2】本発明に係わる第一の実施例を示す説明図であって、(d)はブロックにフィルタを接着する様子を示す説明図、(e)は縦方向に湾曲したフィルタをブロックに接着して矯正する様子を示す説明図、(f)は横方向に湾曲したフィルタをブロックに接着して矯正する様子を示す説明図である。

【図3】本発明に係わる第二の実施例を示す斜視図である。

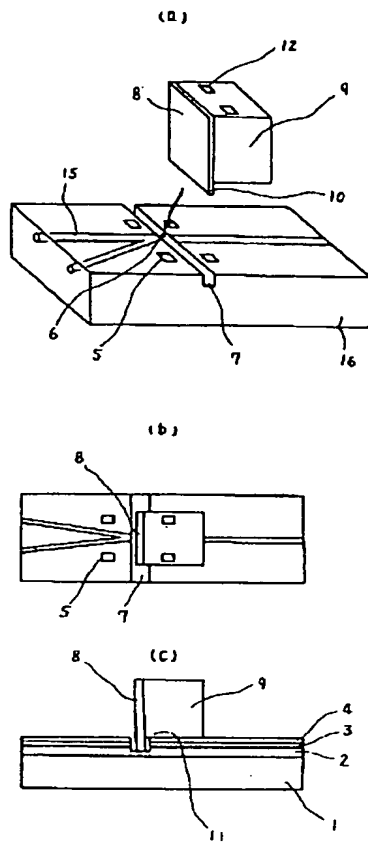
【図4】従来技術に係わるフィルタ型導波路の製造方法を示す図であって、(a)は斜視図、(b)は正面図、(c)は上面図、(d)は側面図である。

【図5】従来技術に係わるフィルタ型導波路の問題点を示す説明図であって、(a)は傾いた溝を示す横断面図、(b)は幅広い溝を示す横断面図、(c)は湾曲したフィルタの場合を説明する斜視図である。

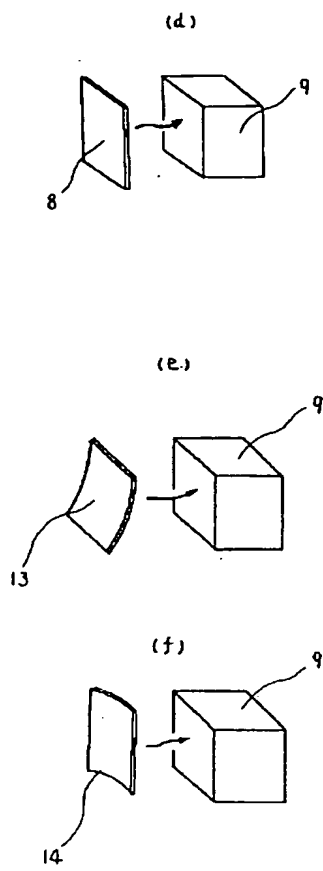
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 クラッド層
- 3 コア層
- 4 クラッド層
- 5 マーカ
- 6 Y分岐器の中心点
- 7 溝
- 8 フィルタ
- 9 石英ブロック
- 10 フィルタ突出部
- 12 マーカ
- 15 導波路
- 16 導波路素子
- 21 多連導波路素子
- 22 フィルタ
- 23 ブロック
- 24 溝
- 31 シリコン基板
- 32 クラッド層
- 33 コア層
- 34 クラッド層
- 35 溝
- 36 フィルタ
- 37 波長1.3μmの光
- 38 波長1.55μmの光
- 39 導波路
- 40 導波路素子

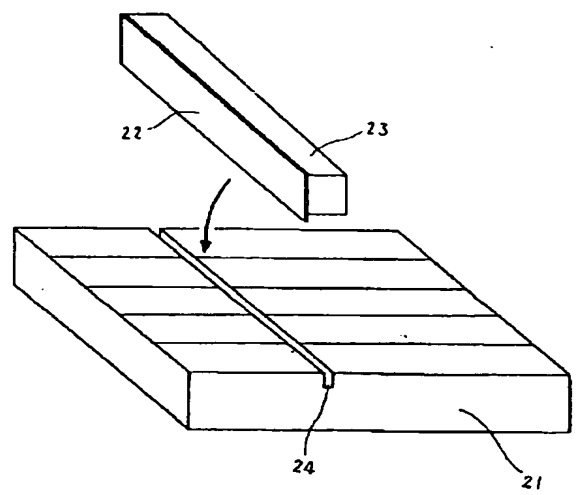
【図 1】



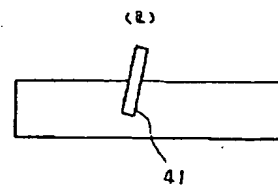
【図 2】



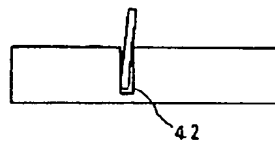
【図 3】



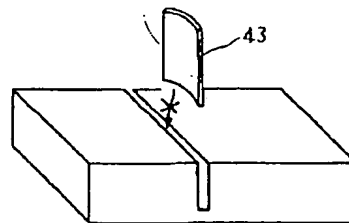
【図 5】



(b)



(c)



【図 4】

